

• EPODOC / EPO

PN - JP60075199 A 19850427
PD - 1985-04-27
PR - JP19830183785 19830930
OPD - 1983-09-30
TI - ELECTROACOUSTIC TRANSDUCER
IN - YONEYAMA MASAhide; IKETANI KAZUO; KAMAKURA TOMOO
PA - RICOH KK
EC - H04R3/00
IC - H04R3/00

• WPI / DERWENT

TI - High directivity electric-acoustic converter - uses parametric action of limited amplitude sound wave due to non-linearity of air instead of horn loudspeaker NoAbstract Dwg 4/4
PR - JP19830183785 19830930
PN - JP60075199 A 19850427 DW198523 003pp
PA - (RICO) RICOH KK
IC - H04R3/00
OPD - 1983-09-30
AN - 1985-138845 [23]

• PAJ / JPO

PN - JP60075199 A 19850427
PD - 1985-04-27
AP - JP19830183785 19830930
IN - YONEYAMA MASAhide; others:02
PA - RICOH KK

Best Available Copy

TI - ELECTROACOUSTIC TRANSDUCER
AB - PURPOSE: To prevent deterioration of a characteristic of the 2nd harmonic distortion by leading a signal of an audible frequency band to an ultrasonic wave vibrator, converting the signal into a sound wave of a definite amplitude level, irradiating the wave in a medium such as air and reproducing the original audible sound through the nonlinear effect of the medium.
- CONSTITUTION: A signal generated from a modulation signal source 1 of an audible frequency band is fed to an adder 4 via coefficient multiplier 2 and added to a DC component from a DC source 3 at a prescribed rate at the adder 4. The added signal is given to a half power converter 5 and to a multiplier 7 after square

root processing. The signal is multiplied with a carrier having a high frequency outputted from an ultrasonic wave band oscillator 6 at the multiplier 7, and the multiplied signal is given to an ultrasonic wave vibrator array 9 via a power amplifier 8. Thus, the sound wave of a definite amplitude level having a good 2nd harmonic distortion characteristic is generated from the ultrasonic wave vibrator array 9 and the wave is reproduced into an audible tone by the nonlinear effect of the medium.

I - H04R3/00

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-75199

⑮ Int.Cl.⁴

H 04 R 3/00

識別記号

HAC

庁内整理番号

6733-5D

⑬ 公開 昭和60年(1985)4月27日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 電気音響変換装置

⑯ 特 願 昭58-183785

⑰ 出 願 昭58(1983)9月30日

⑱ 発 明 者 米 山 正 秀 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
⑲ 発 明 者 鎌 倉 友 男 名古屋市緑区神の倉3-77-2
⑲ 発 明 者 池 谷 和 夫 名古屋市千種区園山町2丁目22
⑳ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
㉑ 代 理 人 弁 理 士 高 野 明 近

明 細 書

1. 発明の名称

電気音響変換装置

2. 特許請求の範囲

(1) 可聴周波数帯の信号源からの信号と直流分をある一定の割合いで加算して1/2乗変換処理を施した後、信号周波数よりも十分に高い周波数のキャリアと乗算をおこなつて電力増幅をした後、電気音響変換する超音波振動子に導き、上記変調を施された信号を有限振幅レベルの音波に変換して空気等の媒質中へ放射し、該媒質の非線形効果によつて元の可聴音を再生するようにしたことを特徴とする電気音響変換装置。

(2) 前記可聴周波数帯の信号を予め二重積分器に通して時間的に2回積分することを特徴とする特許請求の範囲第(1)項に記載の電気音響変換装置。

3. 発明の詳細な説明

技術分野

本発明は、可聴周波数帯の電気信号を音響信号として空気中に放射するための電気音響変換装置に関する。

従来技術

現在、電気音響変換器としては、動電形直接放射スピーカとホーンロードスピーカが主流であるが、いずれの方式においても空気中において振動板を振動させることにより空気の疎密波を作り機械振動エネルギーを音響エネルギーに変換するものである。

本発明は従来スピーカ等の音響変換器とは全く異なる手段、つまり空気の非線形による有限振幅音波のパラメトリック作用を利用するものであるが、パラメトリック作用によつて空気中で自己復調されて再生された音波(2次波と称する)は、超音波領域のキャリア音波と同等の指向性パターンを有するのが特徴である。

而して、可聴周波数帯域の信号によつて振幅変調を施された超音波を有限振幅レベルで空気または水等の媒質中に放射し、媒質の非線形効果に基

づく自己復調作用によつて媒質中に生じる復調音波を通信手段として用いる方式については、パラメトリックスピーカとして既に種々報告されている。この音波の非線形現象を利用したパラメトリック・スピーカは、その指向性の鋭さに一つの特徴をもつが、これは高い周波数の搬送波を可聴音である信号波で振幅変調し有限振幅波として送波するもので、音波の非線形相互作用によつて信号に関係した2次波が空間内に球型アレー状に分布する結果として指向性が鋭く、サイドローブも小さくなるものである。

いま、半径 a の円形送波器より包絡 $f(t)$ をもつた有限振幅音波

$$P_1 = P_0 f(t) \sin \omega_0 t \quad \dots (1)$$

を放射したとする。ここで、 P_0 は音源音圧、 ω_0 は搬送波の角周波数である。もし、この1次波が平面波で十分コリメイトしていると仮定すると2次波 P_2 は音軸上に

$$P_2 = \frac{\beta P_0^2 a^2}{16 \rho_0 C_0^4 \alpha r} \frac{a^2}{a^2 t^2} f^2 \left(1 - \frac{Z}{C_0} \right) \quad \dots (2)$$

となる。なお、 β は媒質の非線形パラメータ、 ρ_0 は媒質密度、 C_0 は音速、 α は1次波の線形吸収係数である。式(2)より P_2 は f^2 に比例している。即ち包絡の自乗という非線形操作を受けて2次波が生ずる。この自乗操作は音波の2次の非線形性の直接的結果であつて、再生信号のひずみの発生原因となる。そこで、いま

$$f(t) = \sqrt{1 + S(t)} \quad \dots (3)$$

とすると、 P_1 は信号 $s(t)$ に比例し、ひずみは生じなくなる。この変調を変形側波帯(MDSB)方式と称することにする。

表1は、パラメトリック・スピーカに用いられている変調方式、即ち側波帯(DSB)方式を基準とし、これと単側波帯(SSB)方式、変形側波帯(MDSB)方式との特性比較を行つてdB表示したものである。

表 1

項目 \ 方式	DSB	SSB	MDSB
第2高調波ひずみ率(%)	100	0	0
再生音圧 Power limited	0	-4.4	-2.5
再生音圧 amplitude limited	0	-1.0	0
電気信号の帯域(Hz)	$f_0 - f$ より $f_0 + f$	$f_0 - f$ より f_0 又は f_0 より $f_0 + f$	f_0 を中心として広帯域

但し、信号としては正弦波とし、100%変調し、式(3)では $\sqrt{1 + \sin \omega_0 t}$ の場合を対象と

した。この結果、ひずみの点においてはDSB劣るが変換効率の点で最もよく、MDSBはひずみが生じない点で勝れている。しかし、このためには電気信号が広帯域化することにより、その領域をカバーする送波器を用いないとかえつてひずみが増すことになる。

中心周波数40KHzの超音波振動子を58個平面状に並べて行ったDSB、MDSB方式の効率及びひずみの実験結果をそれぞれ第1図及び第2図に示す。ただし、第1図においてはスピーカへの印加電圧のピーク値を一定としたときの再生音圧距離を9.5mとし、第2図においては、基本波を0dBとした第2、第3高調波の周波数特性を示している。なお、効率の比較実験についてはスピーカへの印加電圧のピーク値を一定としたamplitude limitedの条件で行つたもので、両方式ともに同程度の音圧が得られており、理論と対応している。第2図に示したひずみについては第2高調波に関する限りMDSB方式はDSBよりおよそ10dB小さくなる。

しかし、第3高調波は振動子が広帯域でないことによりかえって大きくなる傾向にある。

而して、上記方式は、第2高調波ひずみ成分が多いという欠点を有しており、特に、第2高調波ひずみ率は振幅変調時の変調度に直接関連しており、高調波が深くなる程悪くなる。

目的

本発明は、上述のごとき欠点、すなわち、可聴周波数帯域の信号によつて振幅変調された超音波を有限振幅レベルで空気中に放射し、空気の非線形効果により自己復調された可聴信号を得る方式のスピーカ（パラメトリックスピーカと称する）において欠点とされている第2高調波ひずみ特性の劣化を防ぐことを目的としてなされたものである。

構成

本発明の構成について、以下、実施例に基づいて説明する。

一般に、超音波の周波数が高くなると、振動子より放射される音波はビーム状になつて直進する

ようになる。

今、半径 a の振動子アレーから振幅変調を受けた超音波がビーム状で放射されると仮定した場合、アレーから x なる距離の点での音圧 P は次式で表わせる。

$$P = P_0 \left(1 + m \cdot g \left(t - \frac{x}{C_0} \right) \right) e^{-\alpha x} \sin(\omega_0 t - k_0 x)$$

..... (4)

ただし、 C_0 は音速、 α は各周波数 ω_0 の音波の減衰係数、 P_0 は初期音圧、 m は変調度、 $g(t)$ は変調波である。(3)式で表わされる有限振幅レベルの超音波が空気中で非線形パラメトリック作用によつて復調されて生じる2次波の音圧は以下の非斉次波動方程式によつて表わされる。

$$\nabla^2 P_s - \frac{1}{C_0^2} \cdot \frac{\partial^2 P_s}{\partial t^2} = -\rho_0 \frac{\partial q}{\partial t}$$

..... (5)

式(5)において、 P_s : 2次波の音圧、 ρ_0 : 空気の密度、 q : 1次波ビーム中に生じる2次波の仮想音源密度、ただし q は次式で表わせる。

$$q = \frac{P}{\rho_0^2 C_0^4} \cdot \frac{\partial}{\partial t} \rho^2 \quad \dots \dots \dots (6)$$

従つて(4)、(6)式よりアレーからの距離 x (軸上)の点での仮想音源密度を計算すると次式を得る

$$q = \frac{\beta P_0^2}{\rho_0^2 C_0^4} e^{-2\alpha x} \frac{\partial}{\partial t} \left[m \cdot g \left(t - \frac{x}{C_0} \right) + \frac{1}{2} m^2 g^2 \left(t - \frac{x}{C_0} \right) \right] \quad \dots \dots \dots (7)$$

上記(7)式の右辺第1項は信号成分に基づく仮想音源密度を表わしており、第2項はひずみ成分の仮想音源密度を表わしている。

本発明は以上説明した如く、非線形パラメトリ

ック作用を利用した音響変換器において生じるひずみ成分を除去するための変調方式に関するものである。すなわち、変調信号にある直流成分を加えて変換した後にキャリア信号との値をとる様な変調方式である。

この場合、被変調信号は次式で表わせる。

$$V = \sqrt{1 + m \cdot g(t)} \sin \omega_0 t \quad \dots \dots \dots (8)$$

となる。従つて、振動子アレーから x なる距離の点での1次波(被変調超音波)の音圧は

$$P = P_0 \sqrt{1 + m \cdot g \left(t - \frac{x}{C_0} \right)} e^{-\alpha x} \sin(\omega_0 t - k_0 x)$$

..... (9)

となる。この場合の2次波の仮想音源密度は(6)式を用いて

$$q = \frac{\beta P_0^2}{2 \rho_0^2 C_0^4} e^{-2dx} \cdot m \cdot \frac{a}{a t} g\left(1 - \frac{x}{C_0}\right) \dots \dots (10)$$

となる。したがって本変調方式を用いると(7)式右辺第2項に示されるごとく、ひずみ成分が消滅し、再生音の品質が著しく向上することが期待できる。

(実施例1)

本発明を実施するための基本的構成例を第3図に示す。第3図において、1は変調信号源(可聴周波数帯)、2は係数器、3は直流源、4は加算器、5はf変換器、6は超音波帯域発振器、7は掛算器、8はパワーアンプ、9は超音波振動子アレーである。

(実施例2)

本発明の変形実施例を第4図に示す。同図において、10は二重積分器、その他は第3図と同じである。本変調方式に基づく非線形パラメトリック

特開昭60-75199(4)

クスピーカにおいて得られる再生音圧はアレーの軸上xの点で最終的に次式で与えられている。

$$P_s = \frac{\beta P_0^2 a^2 m}{18 \rho_0 C_0^4 \alpha x} \cdot \frac{a^2}{a t^2} g\left(1 - \frac{x}{C_0}\right) \dots \dots (11)$$

つまり、再生音圧は原変調信号の2階微分に比例する。従って、第4図に示すごとく変調以前に予め変調信号を二重積分器に通してその後変調を施すことにより、元の変調信号に比例した再生音圧、つまり

$$P_s = \frac{\beta P_0^2 a^2 m}{18 \rho_0 C_0^4 \alpha x} g\left(1 - \frac{x}{C_0}\right) \dots \dots (12)$$

を得ることができる。

効 果

以上の説明から明らかなように、本発明によると、再生音の高調ひずみが改善され、高品質な再生音を得られる。従来方式では変調度($m \leq 1$)が深くなるとひずみ率が著しく劣化したが、本発明では基本的にmとは無関係にひずみを低減できるので、mが大きい場合(但し $m \leq 1$)において効果が著しい。ここで再生音圧はmに比例するので、大きなmを用いることが出来ることは音響変換器の効率改善にとつても非常に望ましい方向である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、超音波振動子の効率比較図、第2図は、ひずみ比較図、第3図及び第4図はそれぞれ本発明の実施例を説明するための電気回路図である。

1…変調信号源、2…係数器、3…直流源、4…加算器、5…f変換器、6…超音波帯域発振器、7…掛算器、8…パワーアンプ、9…超音波振

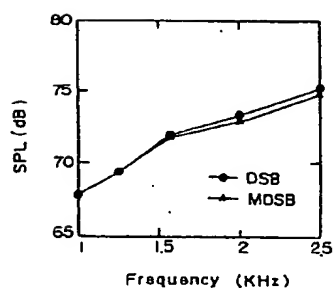
動子アレー、10…二重積分器。

特許出願人
代理人

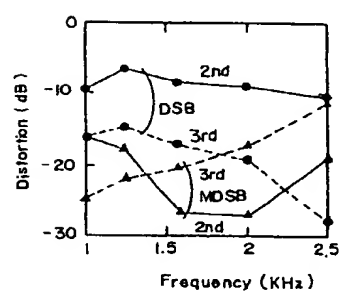
株式会社リコー
高野明 近



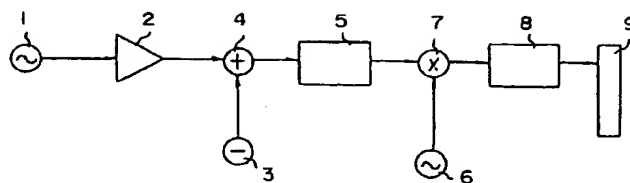
第 1 図



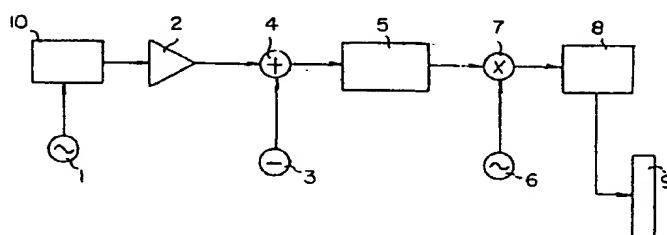
第 2 図



第 3 図



第 4 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: Small prints

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.